

水素エネルギーの普及 を目指して ～地域が貢献できること～

佐々木一成

(電子メール: sasaki@mech.kyushu-u.ac.jp)
(研究室HP) <http://www.mech.kyushu-u.ac.jp/~hup/index.html>
(水素センターHP) <http://h2.kyushu-u.ac.jp/>
(燃料電池センターHP) <http://fc.kyushu-u.ac.jp/>

九州大学

水素エネルギー国際研究センター(センター長)
次世代燃料電池産学連携研究センター(センター長)
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
大学院工学研究院(主幹教授)
「グリーンアジア国際戦略総合特区」グリーンイノベーション研究開発拠点部会長
福岡水素エネルギー戦略会議(副会長)

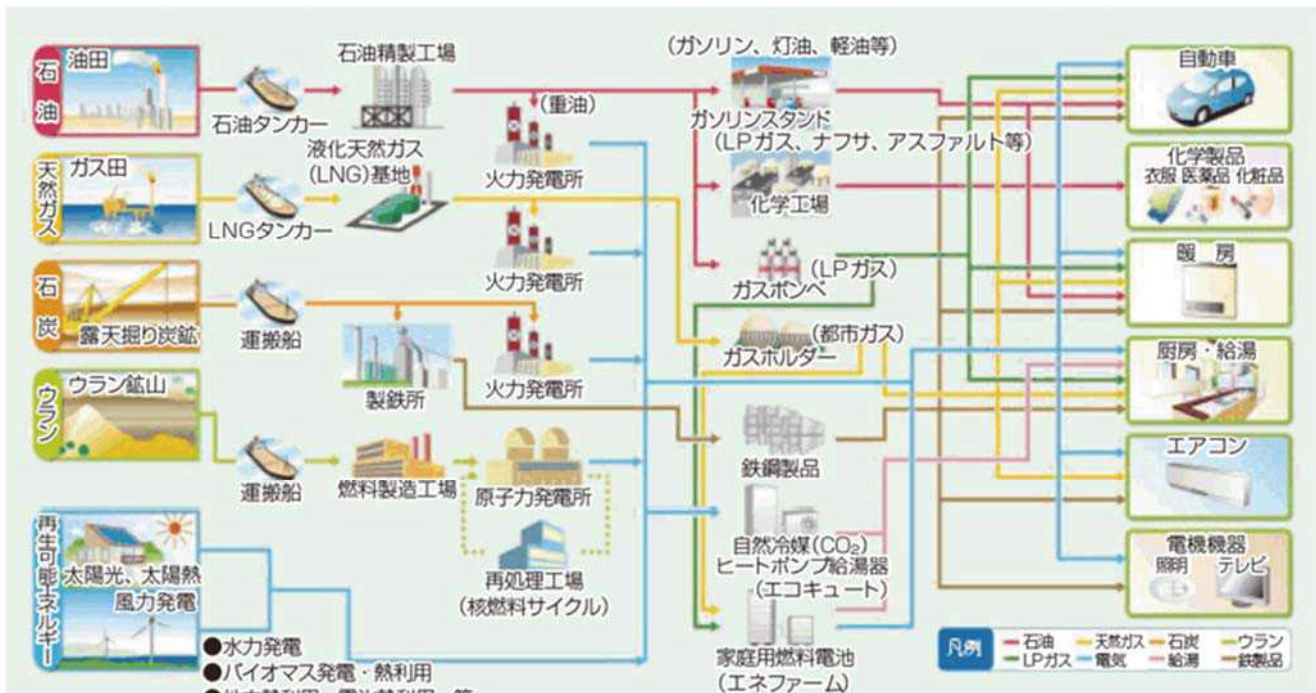
みやぎ水素エネルギーシンポジウム
2015年11月20日

水素エネルギーの普及を目指して ～地域が貢献できること～

(1) エネルギーと水素

(2) 燃料電池・水素エネルギー技術の現状

(3) 将来展望



(資源エネルギー庁「エネルギー白書」2013、<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2013energyhtml/1-1-1.html>)

貿易収支、経常収支及び鉱物性燃料輸入額の推移⁴

鉱物性燃料輸入額は年間27兆円！（国富流失）

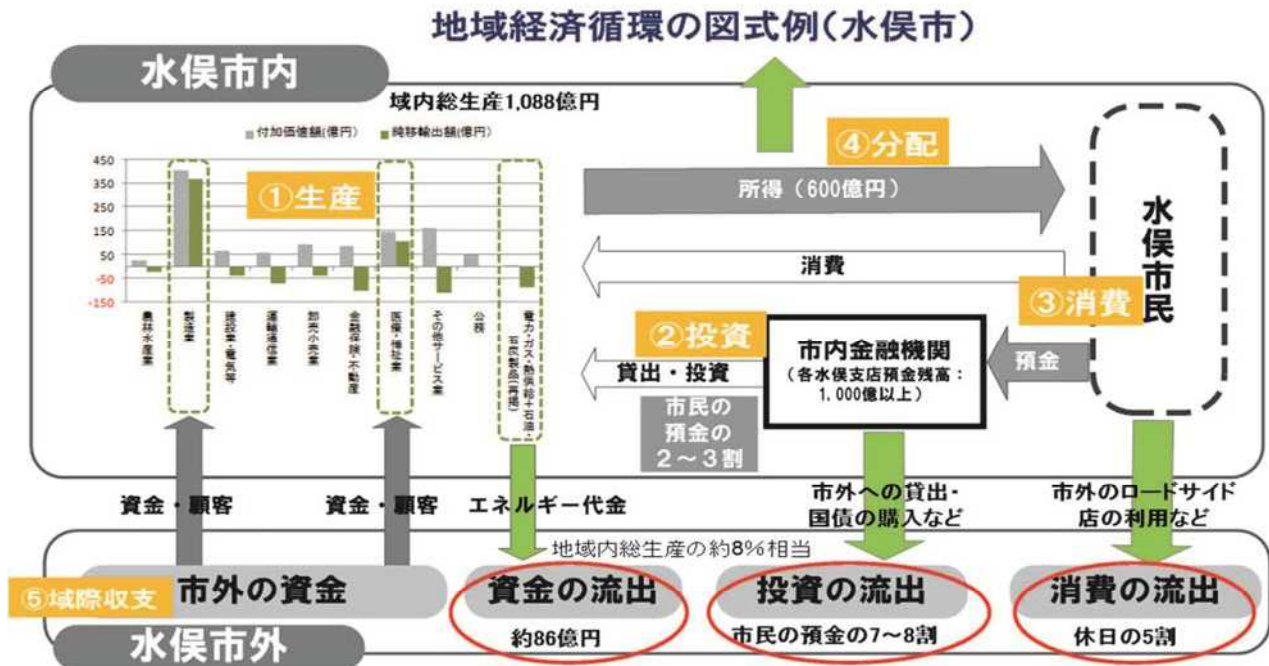


出典：エネルギー白書2014

<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2014html/1-1-2.html>

地域経済とエネルギー（水俣市の例）

地域の総生産の約1割が、エネルギー代金として域外(主に海外)に流失！
エネルギー価格高騰が地方を直撃！

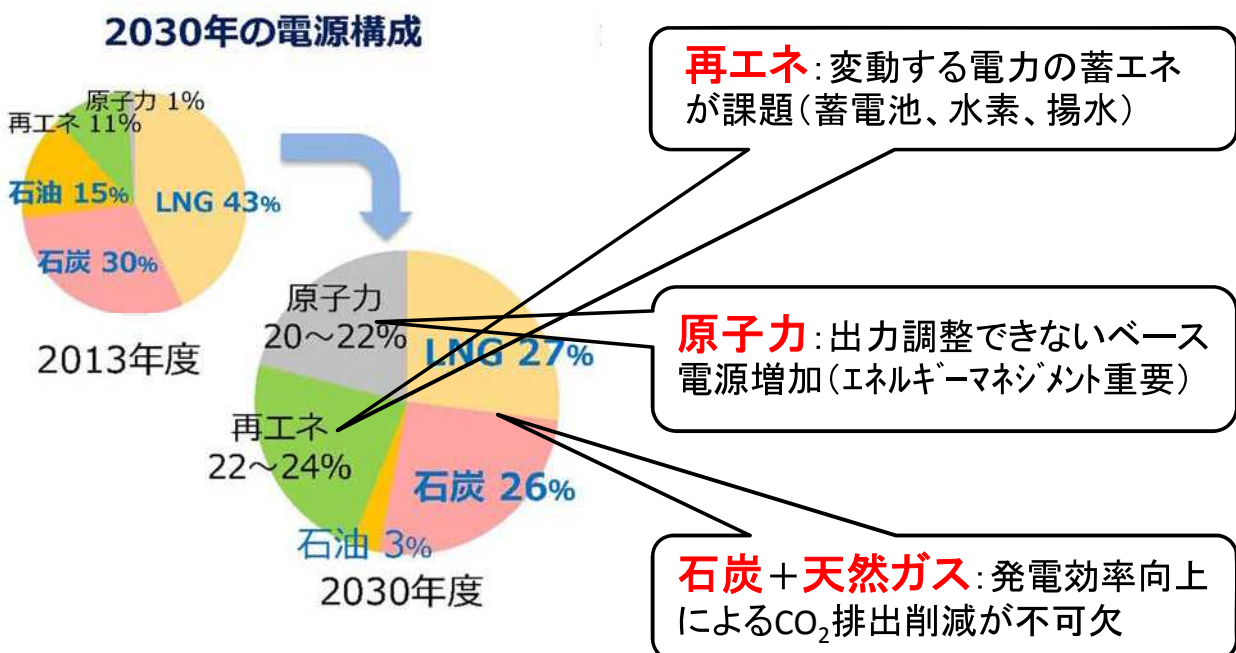


「平成23年度水俣市環境まちづくり推進事業概要報告書」(平成24年4月、水俣市)より抜粋

出典: <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/kihonseisaku/dai5/s11.pdf>

我が国の電源構成の方向性について

- エネルギーミックスの基本方針は3E+S(安全性、安定供給、経済効率性、環境適合)を同時達成しつつ、バランスの取れた電源構成を実現するというもの。



(出典: 次世代火力発電協議会、2015年6月16日

http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/jisedai_karyoku/pdf/001_01_00.pdf)

— 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術 —

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



出典：経済産業省 Cool Earth-エネルギー革新技術計画 平成20年

燃料を燃やさずに高効率に使う社会へ

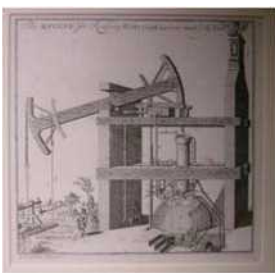
産業革命以来の“エネルギー革命”・エネルギーの“産地直送”！

熱エネルギー変換(燃焼)

(化学エネルギー⇒熱⇒運動⇒電気)

電気化学エネルギー変換

(化学エネルギー⇒電気)



ニューコメンの熱機関
(Newcomen, 1712)
【当時の効率約1%】



ガソリンエンジン
(Otto cycle, 1876)
【実運転で十数%】

燃料電池



エネファーム
(九大伊都に7台設置)
【家庭で発電効率40%
総合効率95%】



燃料電池車
(トヨタ製、九大所有、
世界初の大学公用車)
【車両効率65%】



蒸気タービン (Rankin cycle, 1854)
(日本機械学会編「熱力学」より引用)

水素を介して燃やさずに発電！

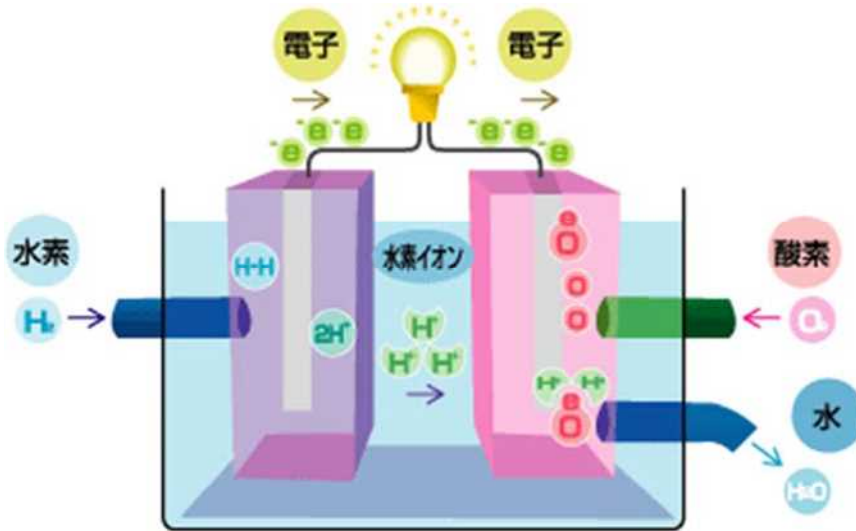


業務産業用・発電用燃料電池
(三菱日立パワーシステムズ製、九大伊都設置)
【将来、天然ガスで発電効率70%超】

燃料電池とは？

「水素」と「酸素」を化学反応させて、直接「電気」を発電する装置です。燃料となる「水素」は、天然ガスやメタノールを改質して作るのが一般的です。「酸素」は、大気中から取り入れます。また、発電と同時に発生する熱も活かすことができます。

「水素」と「酸素」を化学反応させて発電する、『燃料電池』。



(新エネルギー財団HPより)

水素エネルギーの普及を目指して ～地域が貢献できること～

(1) エネルギーと水素

(2) 燃料電池・水素エネルギー技術の現状

(3) 将来展望

家庭用燃料電池「エネファーム」の戸建向け新製品発売について ～よりお求めやすい価格を実現し、バリエーションを充実～

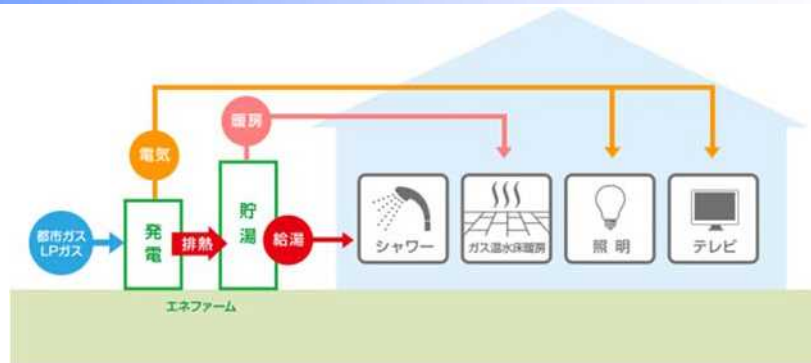


東京ガス株式会社(社長:広瀬 道明、以下「東京ガス」とパナソニック株式会社(社長:津賀 一宏、以下「パナソニック」)は、家庭用燃料電池「エネファーム」(以下、「エネファーム」)の戸建向け新製品を共同で開発しました。パナソニックは、「燃料電池ユニット」を製造し、「貯湯ユニット」および「バックアップ熱源機」と組み合わせて東京ガスに供給します。東京ガスは、**本年4月1日(水)から新製品を発売**します。新製品は、部品点数の削減などにより、希望小売価格で現行品よりも30万円低価格の1,600,000円を実現しました(税別、設置工事費別、停電時発電継続機能なしの燃料電池ユニット、標準タイプのバックアップ熱源機の場合)。なお、**「エネファーム」の希望小売価格160万円の実現は、日本で初めてになります。**

また、**停電時に電気を使いたいというニーズに対応**しやすくするため、現行品では別付けのオプション品にてご提供していた、停電時発電継続機能を燃料電池ユニットに内蔵した機種を新たに追加しました。さらに、これまで以上に様々な設置スペースに柔軟に対応するため、貯湯ユニットはバックアップ熱源機との一体型と別置型の2種類を用意しました。

(2015年2月4日、東京ガスHPより引用 <http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20150204-01.html>)

エネファーム：ご家庭で電気とお湯を両方作る！10万台突破！



※イメージ図であり、実際の配管などは異なります。

【累積普及台数[※]】



※2009～13年度は、補助金交付状況(燃料電池普及促進協会集計)。14年9月は、補助金交付決定ベース(燃料電池普及促進協会集計)。

トヨタ社長、燃料・電気自動車など全方位で開発

トヨタ自動車の豊田章男社長は2日、日本記者クラブで「これからのクルマづくり」と題するテーマで講演した。今後の自動車開発については「脱石油時代を見据え、ハイブリッドや電気自動車、燃料電池車と利用シーンについてすみ分けが起きるだろう。それに対応していく」と車種にこだわらず幅広く開発していく考えを示した。また、現状を「足元は各国の新車買い替え需要策で持ち直しているが、まだ不透明だ」として、生産能力の余剰解消などに引き続き取り組んでいく意向を明らかにした。

講演では「自動車業界は100年に1度の変革の時期を迎えている」と発言。「ハイブリッドか電気自動車か、という観点ではなく、**短距離では電気自動車、長距離では燃料電池車**と、お客様のニーズに応じて幅広く開発していく」と述べた。

現在のトヨタの置かれた状況としては「まだどん底にいるが、トヨタのもつ豊富な人材と人脈を生かして、一日でも早い時期の黒字転換を目指していく」と述べた。
(日経2009年10月3日版より引用)



車種にこだわらず幅広く開発する考えを示したトヨタの豊田章男社長＝2日、東京都千代田区

燃料電池自動車:2015年一般販売開始を目指して

Toyota



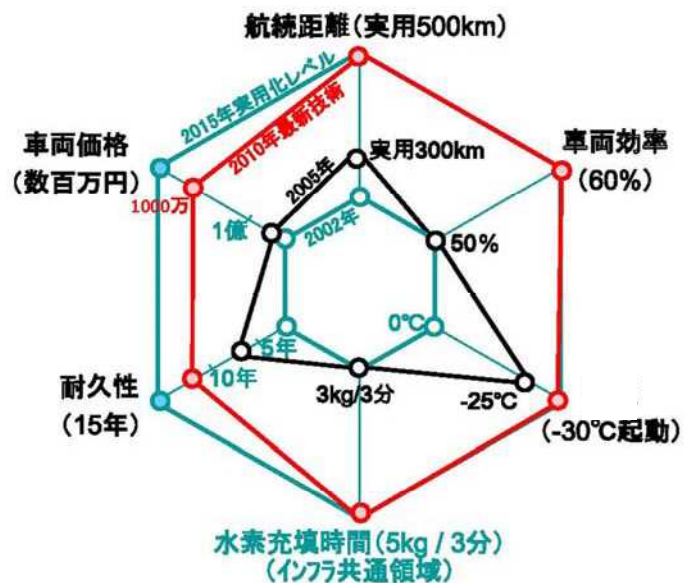
Honda



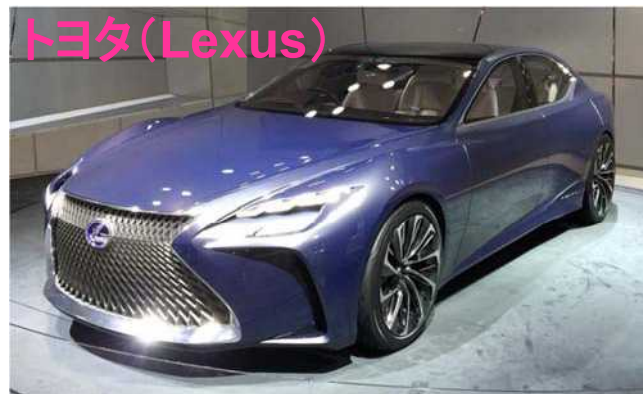
Nissan



JHFC 2010年度時点



東京モーターショー2015(東京ビックサイト)



水素燃料電池自動車の2015年市販開始に向けて¹⁶

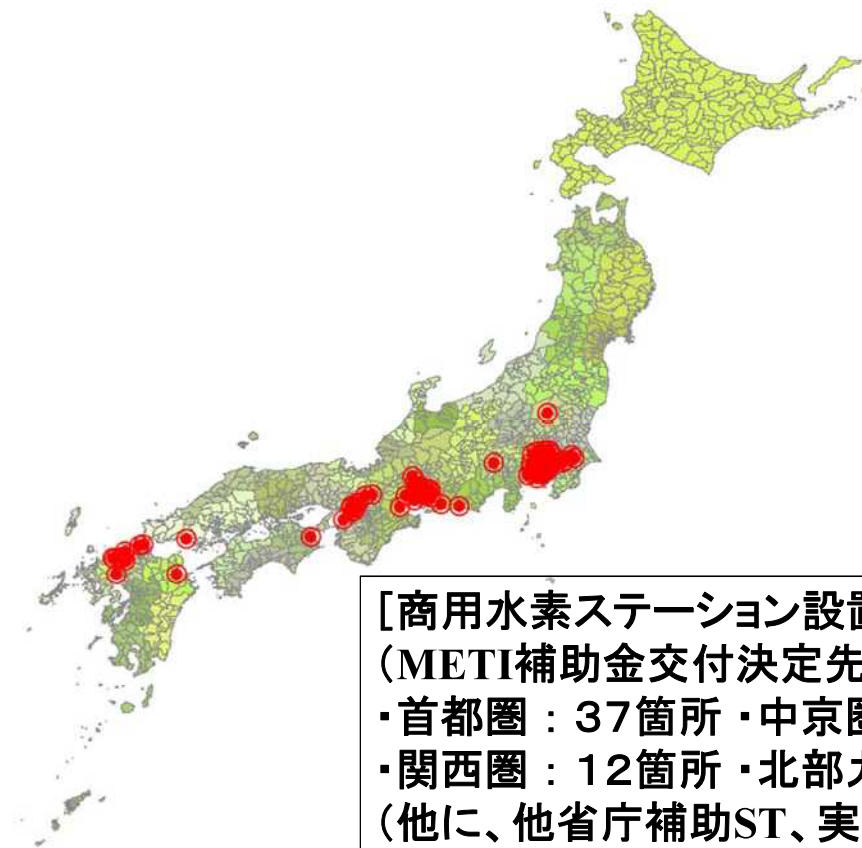
燃料電池自動車の国内市場導入と水素供給インフラ整備に関する共同声明

(トヨタ自動車株式会社、日産自動車株式会社、本田技研工業株式会社、JX日鉱日石エネルギー株式会社、出光興産株式会社、岩谷産業株式会社、大阪ガス株式会社、コスモ石油株式会社、西部ガス株式会社、昭和シェル石油株式会社、大陽日酸株式会社、東京ガス株式会社、東邦ガス株式会社)(2011年1月13日)

1. 自動車メーカーは、技術開発の進展により燃料電池システムの大幅なコストダウンを進めつつあり、FCV量産車を2015年に4大都市圏を中心とした国内市場への導入と一般ユーザーへの販売開始を目指し、開発を進めている。導入以降、エネルギー・環境問題に対応するため、更なる普及拡大を目指す。
2. 水素供給事業者は、FCV量産車の初期市場創出のため、2015年までにFCV量産車の販売台数の見通しに応じて100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指す。
3. 自動車メーカーと水素供給事業者は、運輸部門の大幅なCO2排出量削減に資するため、全国的なFCVの導入拡大と水素供給インフラ網の整備に共同で取組む。これら実現に向け、普及支援策や社会受容性向上策等を含む普及戦略について官民共同で構築することを、政府に対して要望する。



※ 導入以降、全国的なFCV導入拡大と水素供給インフラの整備に取組む



地域での水素ステーション普及目標(例)

目標

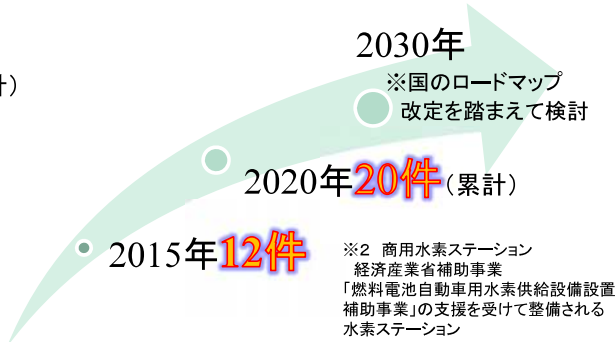
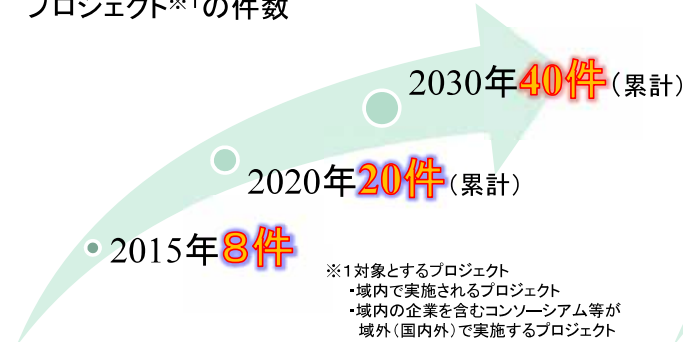
(九経連・再エネ産業化WG(座長:佐々木)策定、九州経済連合会再エネ産業化委員会:平成27年5月13日了承、九州地域戦略会議:平成27年6月5日了承)

九州・山口における水素エネルギー、燃料電池関連産業の育成・集積に取組み、長期的に関連製品の開発・生産拠点化を目指す

評価指標

①地産地消のエネルギーを活用した水素利活用プロジェクト※1の件数

②商用水素ステーション※2整備箇所数



現在進行中のプロジェクト

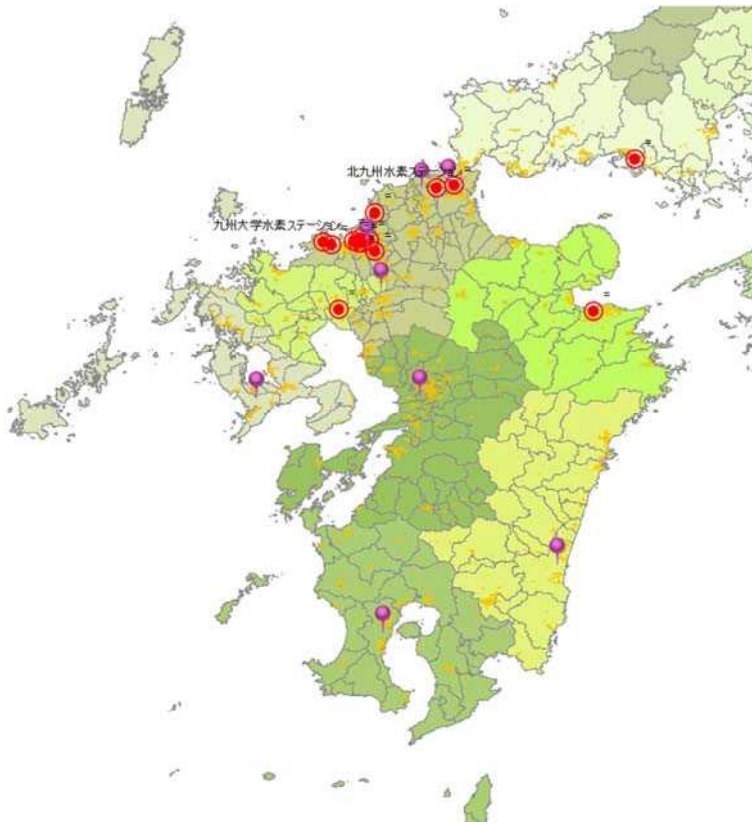
- ・山口県: 液化水素利用コージェネシステム試作開発
- ・福岡県: 九州大学水素ステーション(太陽光発電、風力発電→FCV)
- ・福岡県: 福岡市水素リーダー都市プロジェクト(下水汚泥消化ガス→FCV)
- ・福岡県: 北九州エコタウンスマート水素ステーション(太陽光発電→FCV)
- ・福岡県: 北九州水素タウン(製鉄所副生水素→定置用FC)
- ・佐賀県: 鳥栖水素ステーション(木質バイオマス→FCV)
- ・長崎県: 枕島沖浮体式洋上風力発電実証事業(洋上風力発電→FC船等)
- ・宮崎県: 太陽光ビームライン水素製造プロジェクト(太陽熱→??)

現在整備が決定している商用水素ステーション

- ・山口県周南市
- ・福岡県北九州市小倉北区
- ・福岡県北九州市八幡東区
- ・福岡県古賀市
- ・福岡県粕屋郡
- ・福岡県福岡市博多区
- ・福岡県福岡市東区
- ・福岡県福岡市中央区
- ・福岡県福岡市西区
- ・福岡県大野城市
- ・佐賀県佐賀市
- ・大分県大分市

水素ステーション普及戦略(例)ビックデータを活用した最適化計算¹⁹

2015年既存12か所⇒事業所&人口ベースで水素ステーション追加8か所の最適配置



全国の事業所分布と人口分布のビックデータをベースに、水素ステーションの最適配置位置(住所)を最適化計算で算出し、その位置を地図上にプロット

※事業所ベース/人口ベースで設置個所に変化なし

最適配置シミュレーション結果

～新規設置8か所～(紫ピン部)

福岡市竹下駅周辺

北九州市折尾駅周辺

北九州市愛宕JCT周辺

鳥栖市新鳥栖-鳥栖駅間

熊本市南熊本駅周辺

長崎市平和公園周辺

宮崎市橘通3丁目交差点周辺

鹿児島市田上台周辺

解析結果の緯度経度より判定

スマート水素ステーション: HONDA/岩谷産業²⁰

スマート水素ステーション(SHS)とは?

このスマート水素ステーションは、Honda独自の、コンプレッサーが不要な高圧水電解システムを採用し、高圧水素タンクから充填ノズルまでの主要構成部位を世界で初めてパッケージ型に収納しました。



(出典: Hondaホームページ <http://www.honda.co.jp/shs/>)

市場・用途の拡大に向けて

- PEFC(固体高分子形燃料電池): 家庭用コジェネ+自動車(主動力)
- SOFC(固体酸化物形燃料電池): 家庭用高効率コジェネ+発電事業用
+業務用・産業用、集合住宅用(海外)、移動体補助電源、携帯機器用など多様用途へ展開可能



自立型水素エネルギー供給システムH₂One(東芝)²²

●水素の「貯める」機能を活かして、変動する再生可能エネルギーを水素に変換・貯蔵することで、再生可能エネルギーの導入促進に寄与します。またCO₂を排出しない水素燃料電池で発電し、地球温暖化防止に寄与することが可能となります。

●平常時は、施設の電気、温水、水素、それぞれの使用量と貯蔵量を適正に配分し、施設に電力を供給することでピークシフトを行い、電気料金の削減及び環境負荷の低減に寄与することが可能となります。

●災害時はBCPモードとなり、主に太陽光と備蓄水素で発電・温水を発生させ、避難所に対し一定期間の電力、温水供給を行うことが可能となります。(上記基本構成においては、300人に対し7日間電力及び温水供給が可能)

●輸送可能なコンテナパッケージとすることで、大規模災害時には被災地域に設備自体を輸送出来ます。また、複数システムを集結させて大規模なBCPシステムを構築可能となります。



【運転開始: 平成27年4月20日@川崎市】

(出典: 東芝ホームページ http://www.toshiba.co.jp/newenergy/products/package/index_j.htm)

水素エネルギーの普及を目指して

～地域が貢献できること～

(1) エネルギーと水素

(2) 燃料電池・水素エネルギー技術の現状

(3) 将来展望

意義:なぜ、水素?なぜ、燃料電池?

背景・現状: 火力発電が全電力の88% / 燃料輸入で年間27兆円の国富
 流失 / 再エネ接続問題(蓄エネ困難) / 地域の疲弊(光熱費出費が約1割)

● **燃料電池は、燃料を燃やさずに効率良く電気を作れる!**

(水素を介した電気化学反応。家庭用や車用はもちろん、業務産業用、
 発電用、再エネ用、携帯用、宇宙航空用など、多岐用途で発電可能)

● **車からの排気ガスが無い社会へ!**

(中長期的には、CO₂フリー水素で走るゼロエミッションへ)

● **石油に依存しない、持続可能な車産業・車社会へ!**

(日本の基幹産業・我々の日々の移動が、特定の資源に依存しなくなる)

● **変動が激しい再エネ電力を、水素で貯蔵可能!**

(電気を水素の形で蓄えることで、再生可能エネルギー由来の電力の
 受入余地が増加。エネルギー自給率アップ)

国：水素・燃料電池戦略ロードマップ (2014年5月24日公表)

水素・燃料電池戦略協議会

水素社会実現の意義

1. 省エネルギー
2. エネルギーセキュリティ
3. 環境負荷低減
4. 産業振興・地域活性化

フェーズ1

水素利用の飛躍的拡大

(燃料電池の社会への本格的実装)

09年 家庭用燃料電池/15年 燃料電池車 市場投入
 2017年 業務・産業用燃料電池：市場投入
 2020年頃 ハイブリッド車の燃料代と同等以下の水素価格の実現
 2025年頃 燃料電池車：同車格のハイブリッド車同等の価格競争力を有する車両価格の実現

フェーズ2

水素発電の本格導入／大規模な水素供給システムの確立

開発・実証の加速化

水素供給国との戦略的協力関係の構築

需要拡大を見据えた安価な水素価格の実現

2020年代半ば

・海外からの水素価格(プラント引渡価格)30円/Nm³

・商業ベースでの効率的な水素の国内流通網拡大

2030年頃

・海外での未利用エネ由来水素の製造・輸送・貯蔵の本格化

・発電事業用水素発電：本格導入

フェーズ3

トータルでのCO₂フリー

水素供給システムの確立

水素供給体制の構築見通しを踏まえた計画的な開発・実証

2040年頃
 CCSや国内外の再エネの活用との組み合わせによるCO₂フリー水素の製造・輸送・貯蔵の本格化

2020年
東京オリンピックで水素の可能性を世界に発信

2030年

2040年

水素・燃料電池関連の機器・インフラ産業の市場規模(日本)

2030年 約1兆円 → 2050年 約8兆円

出典：経済産業省HP

地方：九州・沖縄地方成長産業戦略~九州・沖縄 Earth戦略²⁶

主旨

- ◆日本再興戦略及びそれを踏まえた全国知事会の緊急決議を契機に設置。
- ◆九州地方知事会、政令市、民間企業経営者を中心に、国の地方支分部局が一体となって協議会を構成。
- ◆九州経済を牽引していく成長産業を特定し、九州・山口・沖縄地域が強固に連携・協働して戦略の実現を図っていく。

九州の現状

- ◇人口減少により内需は減少傾向 ⇒ アジア等外需の取り込みが経済発展のポイント
- ◇地域活力の維持・発展には、交流人口の増加(インバウンドの拡大)が必要
- ◇九州経済を牽引してきた電気電子産業の工場再編
- ◇自動車及び自動車関連産業における海外生産の増加 ⇒ 新たな成長産業が必要

◆九州の強みを活かした4つの分野で先進的な取組を実施する。

①

- 1 北部九州は水素の一大研究拠点 → 水素先導地域へ
- 2 FCVの2015年の市場投入 → 九州が連携した取組へ
- 3 北部九州の自動車産業 → 次世代自動車産業の拠点としての競争力強化
- 4 豊富な自然エネルギーの存在 → 分散型エネルギー：地熱、拠点型エネルギー：洋上風力 → 関連産業の拠点化へ
- 5 高効率火力発電技術の蓄積
- 6 スマートコミュニティ実証実験を活かした新たな先進的モデルの実施
- 7 九州で培った環境、省エネ技術等の海外展開

豊かな自然を活かしてグローバル(地球規模)な視点で課題に挑戦する九州の成長戦略。4つの戦略分野が連携し、アジアのゲートウェイとして持続的な発展を目指す。

クリーン分野 Energy & Environment

クリーンで経済的なエネルギーの供給拠点化
 水素/地熱/洋上風力/海洋エネルギー/高効率火力
 次世代自動車の生産・開発拠点化
 省エネルギー先導拠点の形成
 アジアにおける環境・エネルギー関連産業の先導

医療・ヘルスケア・コスメ分野 Health

健康長寿を目指した予防医療・健康増進サービスの産業創出
 医療機器分野への参入促進・海外展開
 先進医療・治療分野における新産業の創出
 機能性・健康食品関連産業の活性化
 化粧品関連産業の振興

- 1 医療介護の需要のピークが全国に先駆けて到来
- 2 半導体、ロボット産業の集積による技術の蓄積
- 3 血液・血管に関する治療技術の蓄積、内視鏡手術の先進地等
- 4 機能性食品・化粧品に利用しうる豊富な地域資源やフランスのクラスターとの連携

スマート農業

農林水産業・食品分野 Agriculture



ヘルスケアツーリズム

観光分野 Tourism

①アジアとの近接性

「九大水素プロジェクト」

- 大学が核になって始めた活動が、地域全体の成長産業戦略の筆頭にまで発展！
- 大学が社会の将来像を示し、研究開発や社会実装を牽引し、地域と連携して社会を変えていくモデルケース！
- 都市・地方・離島での新エネモデルを、新興国・世界に展開！
- 伊都キャンパスへの移転で初めて可能になった活動！

意義：成長戦略の柱の一つ（5兆円の世界市場@2025年）

需要分野別燃料電池システム・主要スタック部品の世界市場を調査

—燃料電池システム市場 25年度予測 5兆1,843億円（11年度比74.2倍）—

総合マーケティングビジネスの株式会社富士経済（東京都中央区日本橋 阿部界 代表取締役）は、2012年10月から2013年1月にかけて、日本、アジア、北米、欧州のエリアにおける燃料電池システムと主要スタック部品の市場を需要分野別（産業・業務用、家庭用、燃料電池車、フォークリフト等の駆動用、ポータブル／バックアップ用、携帯機器用）に調査した。その結果を報告書「2013年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」にまとめた。

燃料電池の将来市場

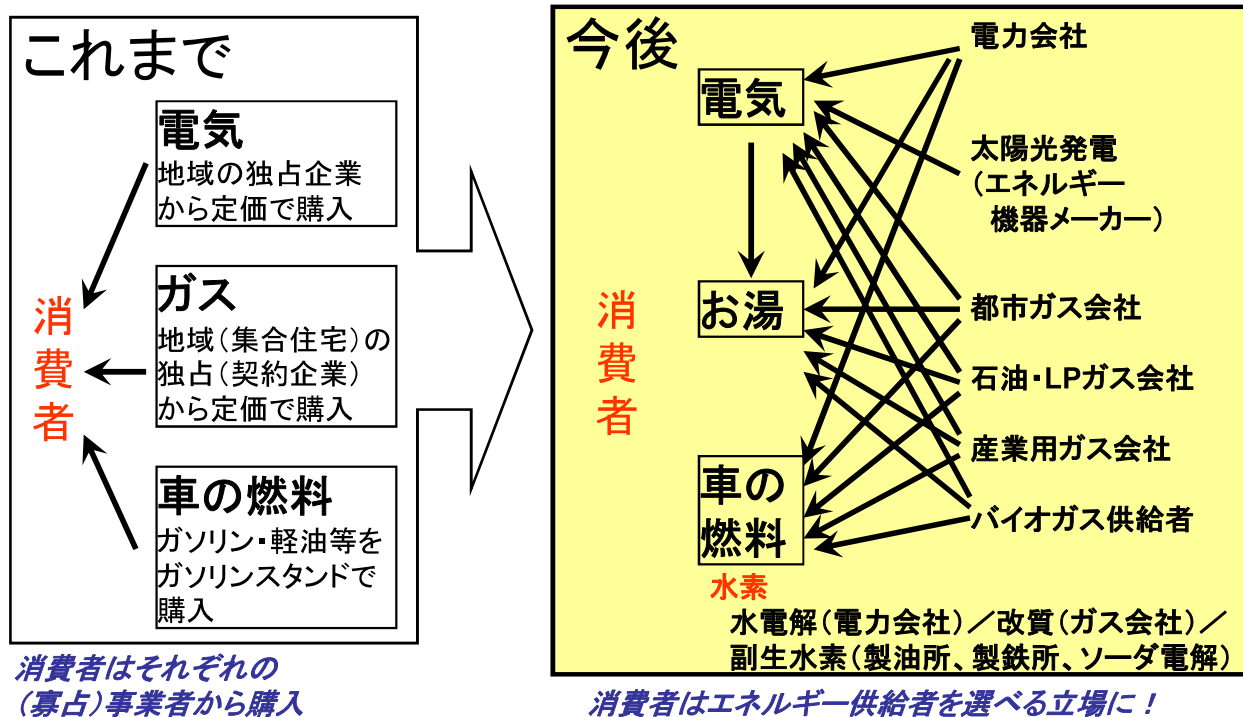
	2011年度	2025年度予測	11年度比
世界市場	699億円	5兆1,843億円	74.2

需要分野別燃料電池システム市場

	2011年度	2025年度予測	燃料電池のタイプ
産業・業務用	359億円	7,341億円	SOFC
家庭用	159億円	1兆1,190億円	PEFC/SOFC
燃料電池車	3億円	2兆9,106億円	PEFC
駆動用	59億円	2,199億円	PEFC
ポータブル／バックアップ	119億円	1,696億円	PEFC
携帯機器用	0億円	311億円	PEFC/SOFC

（富士経済HPより引用
「2013年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」
<https://www.fuji-keizai.co.jp/market/13020.html>）
に加筆

意義：消費者がエネルギーを選べる時代へ



「燃料電池を核にした水素エネルギー」の本質：

電気と並ぶ二次エネルギー（多様なエネルギー燃料を変換して作れる）である水素を介して、エネルギー源の多様化と分散化の革命を可能にする技術！

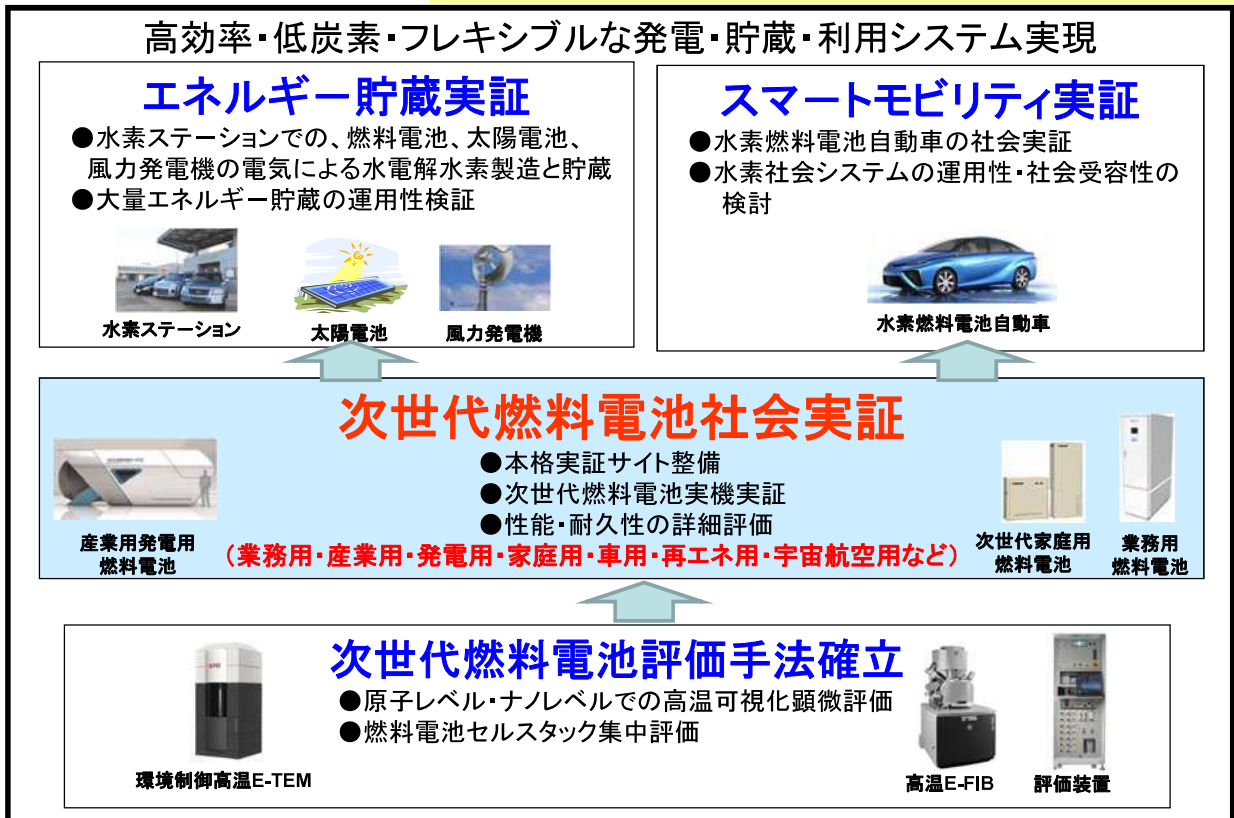
九大水素プロジェクト：燃料電池を核にした水素エネルギー社会実現へ

成長・展開



総合特区事業「スマート燃料電池社会実証」

(総合特区推進国立大学法人運営費交付金、H26年度)

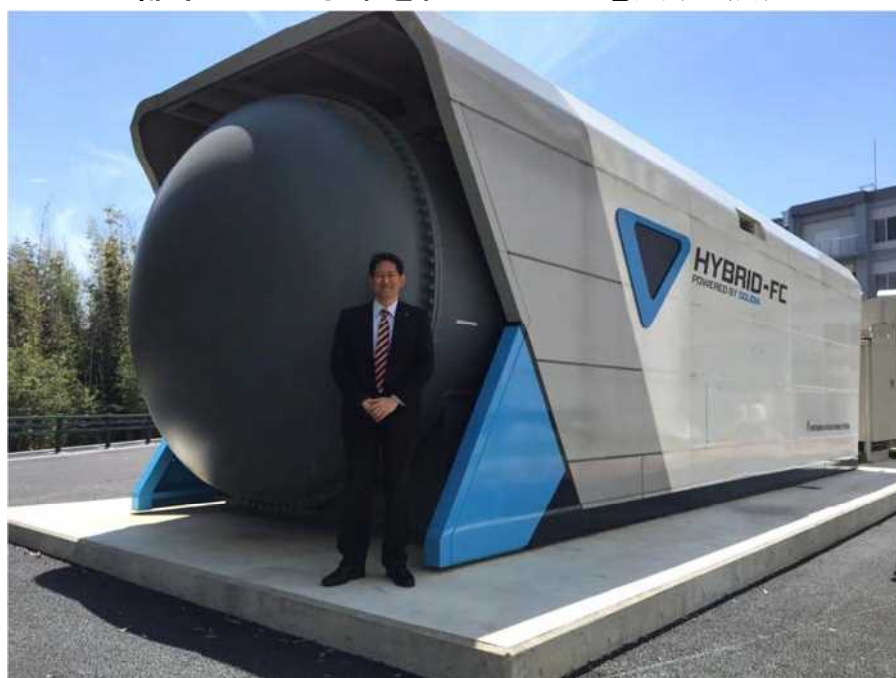


九州大学(伊都)に燃料電池発電所設置！

三菱日立パワーシステムズ(株) 製

固体酸化物形燃料電池(SOFC)とマイクロガスタービン(トヨタ製MGT)の
複合発電システム(250キロワット級産業用実証機、発電効率55%(LHV))

都市ガス⇒水素を含むガス⇒電気(+熱)



世界初！燃料電池自動車を大学公用車に導入

自然エネルギーから水素を作る九州大学水素ステーションを活用し、燃料電池を核にした未来のゼロエミッション社会の姿を実証し、社会に発信していきます。

2015年3月25日
@伊都キャンパス



水素ステーション: 再エネ利用

下水処理場の消化ガス利用型
(福岡市・中部水処理センター)【都市型】

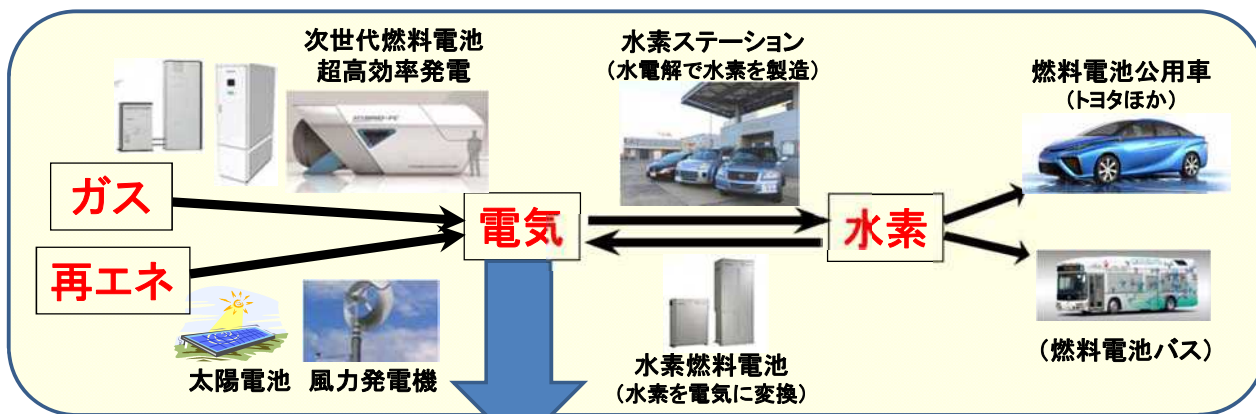


再エネ電力による水電解型
(九州大学・伊都キャンパス)【地方型】



佐々木一成、日経(全国版)2014年9月24日 34

燃料電池・水素を使いこなす2030年頃の「水素社会」を九州大学伊都キャンパスで2014年度中に具現化!



(写真はイメージ)

電力系統 (学内)

(年間使用電力量: 日本全体で約1兆kWh、伊都キャンパスはその約3万分の1)

伊都キャンパス

(実証実験キャンパス=タイムマシンのような未来の街で大学生が勉強して社会へ羽ばたく場!)

<実証> 2030年ごろの「水素社会」を伊都で具現化

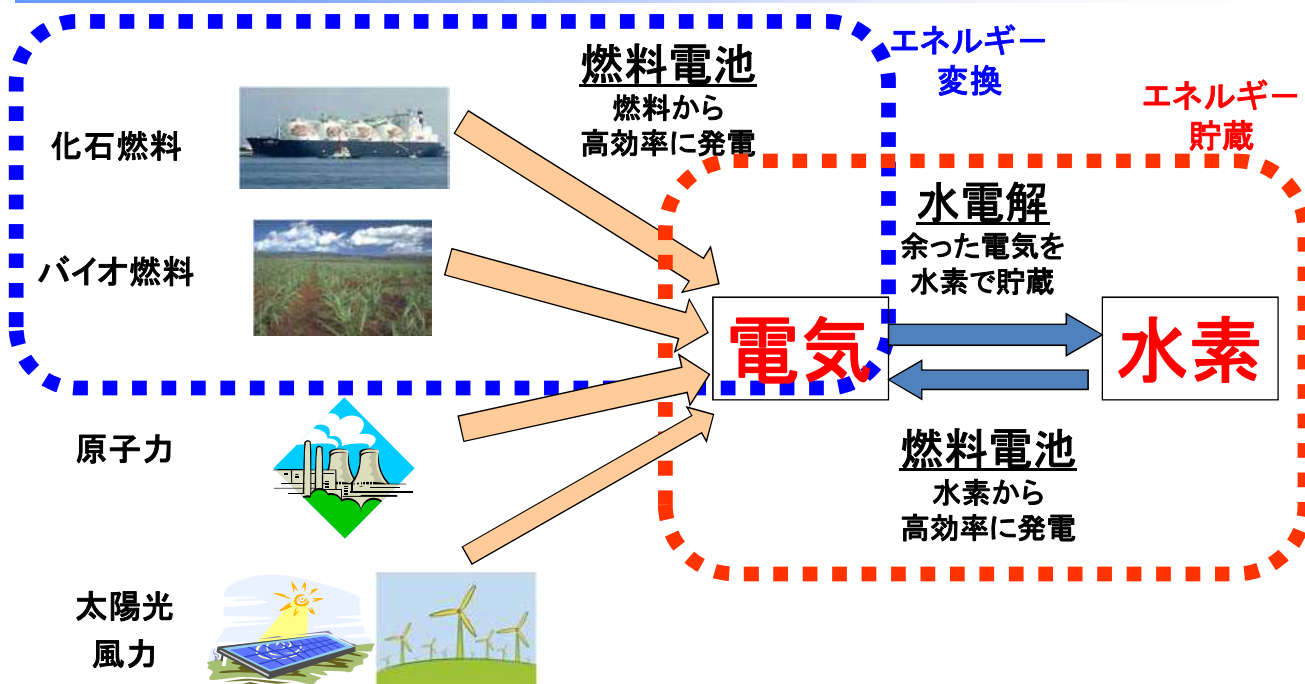
- 大学キャンパスを、再エネも含めたスマート未来社会へ!
- 公用車のゼロエミッション化!
- 燃料電池による非常用電源確保(安心キャンパス)!
- 電力・ガス自由化後のエネルギー未来社会を実現!
- 東京五輪・パリンピックで発信するモデル社会の原型に!

「エネルギー見える化」@九大伊都キャンパス

●リアルタイム(1時間ごと)で、電力(系統、太陽光、風力、燃料電池)とガスの使用量、水素の製造量(FCVへの供給量)を把握

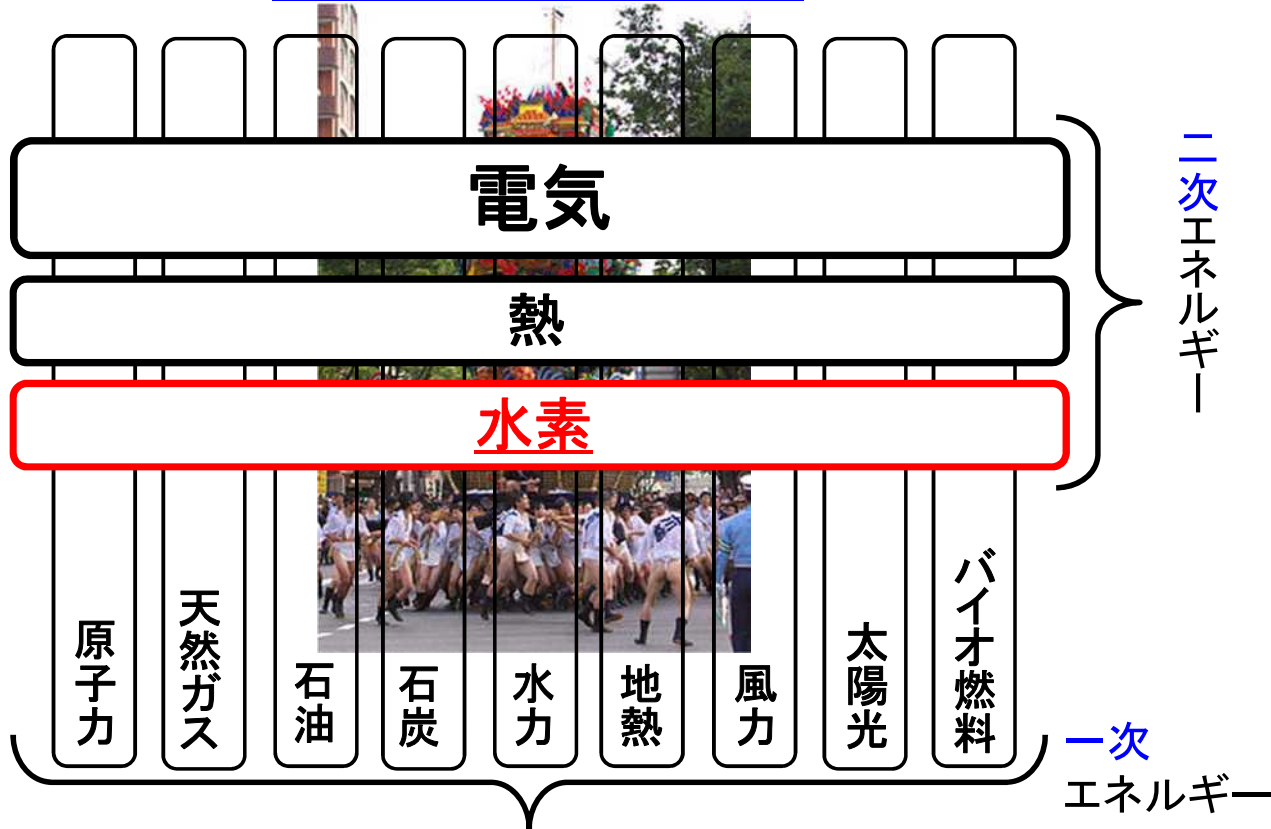


展望: 再エネ利用のキーテクノロジーとしての水素



- ステップ1: 超高効率エネルギー技術で化石燃料を大幅に節約
- ステップ2: 非食品系バイオ系燃料を利用したカーボンニュートラル発電の普及
- ステップ3: 再生可能水素エネルギーシステムによるCO₂排出ゼロ化

我々の日々の生活



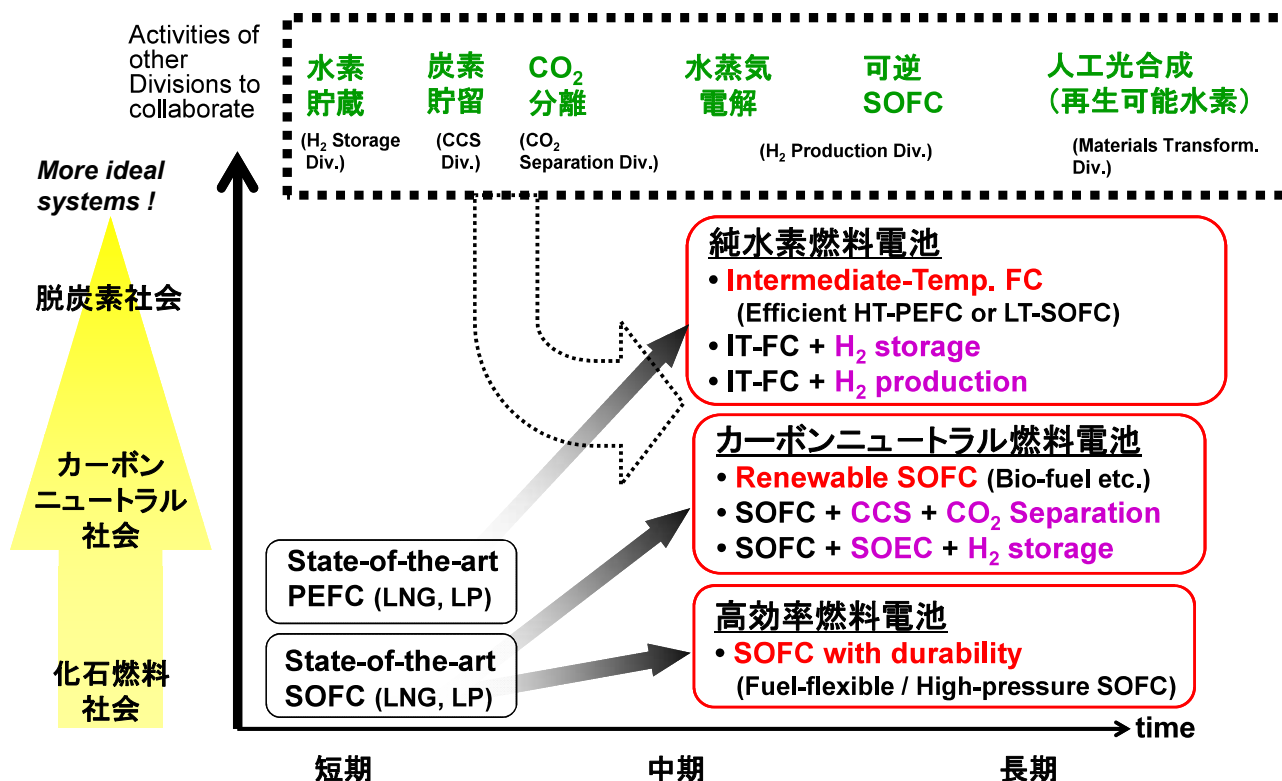
「トヨタ環境チャレンジ2050」(2015年10月14日公表)

トヨタが成し遂げるべき6つのチャレンジ

マイナス要因をゼロにするだけでなく「プラスの世界」を目指すため、トヨタでは成し遂げるべき6つのチャレンジを掲げます。気候変動や資源・水の循環など、どのチャレンジも困難なものばかりですが、2050年に向けて、社会とともに持続的に発展できるよう取り組みを着実に進めていきます。



展望: 脱炭素社会の実現を目指して



展望: 高効率化への挑戦

SCIENTIFIC REPORTS



40

Dr. Matsuzaki Dr. Tachikawa

Yoshio Matsuzaki^{1,2}, Yuya Tachikawa³, Takaaki Somekawa^{1,4}, Toru Hatae¹, Hiroshige Matsumoto³, Shunsuke Taniguchi⁵ & Kazunari Sasaki^{2,3,4,5}



KYUSHU UNIVERSITY



TOKYO GAS

概要

九州大学次世代燃料電池産学連携研究センター(NEXT-FC)／工学研究院の佐々木一成主幹教授、松崎良雄客員教授、立川雄也特任助教らの研究グループは、東京ガス株式会社基盤技術部との共同研究で、高効率発電を特長とする固体酸化物形燃料電池(SOFC)の発電効率をさらに飛躍的に向上させる革新技術の理論設計に成功しました。

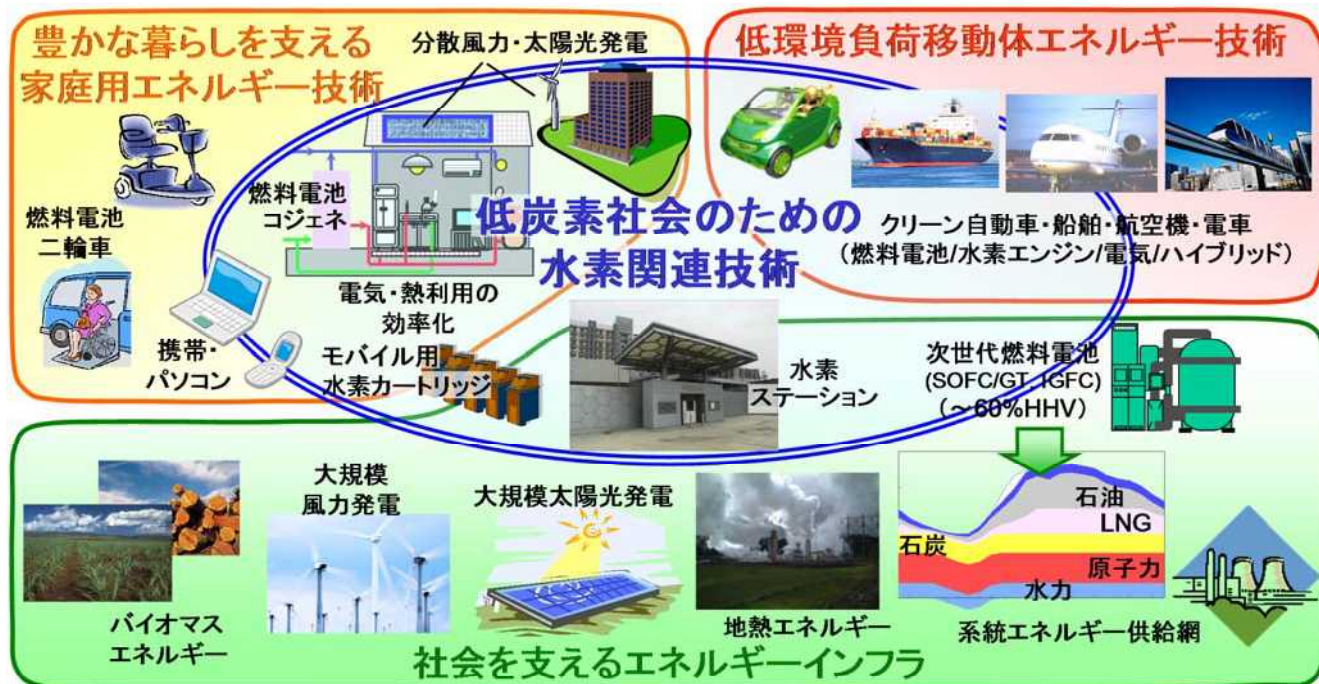
SOFCの2つ以上のセルスタックを燃料の上流から下流へ燃料の流れに沿って**多段に配置**した構成において、固体電解質内部の電荷担体(イオン)を従来の酸化物イオン(O²⁻)から**プロトン(H⁺)**に置き換えた場合に、**発電効率として80%LHVを超える“超高効率”**が発現することをそのメカニズムとともに世界で初めて示すことに成功しました。

このような超高効率で行われる化石燃料から電力へのエネルギー変換は、環境性の高いスマートエネルギー社会実現に向けた基幹エネルギー技術として期待されます。また、この成果はエネルギー変換材料の研究開発の方向性にも重要な知見を与えるものです。

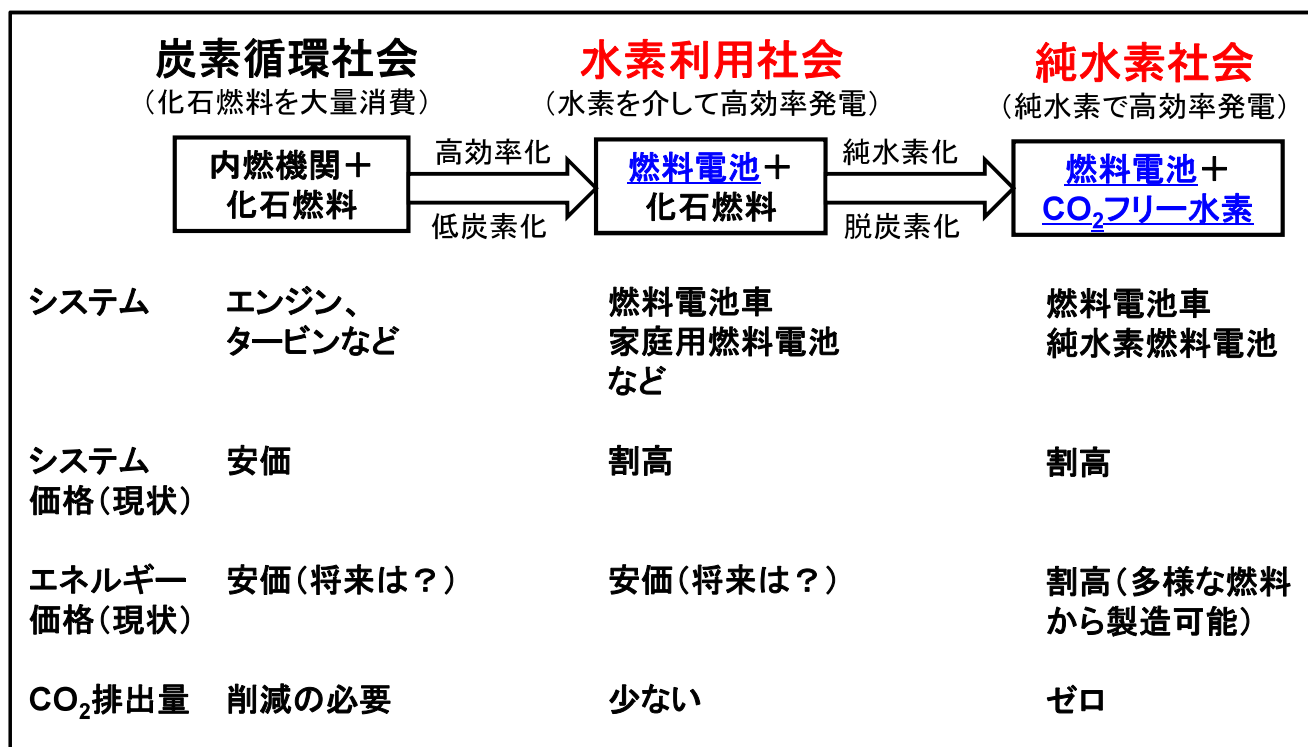
本研究成果は、2015年7月28日(火曜)午前10時(英国時間)に科学誌 **Nature 姉妹紙** のオンラインジャーナル『**Scientific Reports**』で公開されました。【*Scientific Reports* 5, 12640 (2015)】

展望：低炭素社会と燃料電池・水素エネルギー技術

燃料を燃やさずに高効率に使う、持続可能な環境共生型社会へ



展望：水素社会への移行イメージ



(出典：佐々木一成、日本経済新聞「経済教室」2015年4月20日)

社会に「水素」が受け入れられるには？

- 「安全」は技術的に担保できても、「安心」して使っていただくためには、長い年月がかかる。
- 人間誰も、見たことも使ったこともないものは警戒
- エネルギーのリスクに対し、社会は極めて敏感
- 良いことばかり聞くと、「本当なのか？」「何かが隠されているのでは？」と疑念を持つ人もいる。
(原子力も昔は「いいことづくめの夢のエネルギー」、「絶対安全」は結局不可能)

⇒国民目線の普及啓発活動を地道に進める。
 ⇒理解者を一人ずつ増やす。皆さんに慣れてもらう。
 ⇒未来社会の姿を、市民と一緒に考えていく。
 ⇒実際に見てもらい、リスクや課題も必ずオープンに議論する。
 ⇒トラブル時の対応を事前に検討。トラブル原因を誠実に説明。

社会にとって「水素」とは？ (技術・産業・社会のパラダイムシフト)

【エネルギー・環境へのメリット】

- エネルギーを無駄なく使える社会へ
- 石油(中東、国際政治)に依存しない社会へ
- 消費者がエネルギーを選べる時代へ
- 排気ガスがない社会へ
- 炭素循環社会から水素循環社会へ(地球温暖化問題への貢献)

【経済・社会へのメリット】

- 貿易赤字の削減へ(燃料輸入削減+製品輸出)
- 集中型から分散型の社会へ
- 地産地消の社会へ
- 個人や地域(そして国)が自立した社会へ

【課題・リスク】

- 更なる低コスト化
- 長期にわたる技術開発と普及戦略
- リスク、安全安心、社会受容性

謝辞：“チーム福岡”

九州大学におけるこれまでの研究開発への、内閣官房・内閣府、財務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、環境省、NEDO、JST、JSPS、福岡県などからのご指導・ご支援に感謝します。

